

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011077043 **Image available**

WPI Acc No: 1997-054967/199706

XRAM Acc No: C97-018336

XRPX Acc No: N97-045053

Photovoltaic device with high reliability - comprises semiconductive layer, current collecting electrode and bus bar electrically connected to the current collecting electrode

Patent Assignee: CANON KK (CANO)

Inventor: HASEBE A; ICHINOSE H; MURAKAMI T; SHINKURA S; UENO Y

Number of Countries: 009 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 751575	A2	19970102	EP 96110309	A	19960626	199706 B
<u>JP 9018034</u>	A	19970117	JP 95162714	A	19950628	199713
KR 97004103	A	19970129	KR 9624431	A	19960627	199807
<u>US 5759291</u>	A	19980602	US 96671329	A	19960627	199829
<u>CN 1147157</u>	A	19970409	CN 96110224	A	19960628	200108
KR 242852	B1	20000201	KR 9624431	A	19960627	200118

Priority Applications (No Type Date): JP 95162714 A 19950628

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

EP 751575 A2 E 23 H01L-031/0224

Designated States (Regional): CH DE ES IT LI

JP 9018034 A 13 H01L-031/04

KR 97004103 A H01L-031/0392

US 5759291 A H01L-031/04

CN 1147157 A H01L-031/04

KR 242852 B1 H01L-031/042

Abstract (Basic): EP 751575 A

Photovoltaic device comprises (a) semiconductor layer, (b) current collecting electrode comprising a metal wire, and (c) a bus bar electrically connected to the current collecting electrode; a part of the current collecting electrode positioned between the bus bar and the semiconductor layer. Also claimed are (i) the above photovoltaic device laminated on a substrate; (ii) formation of a photovoltaic device comprising (a) positioning bonding agent or adhesive material on a semiconductor layer or a transparent conductive layer, (b) fixing a current collecting electrode on a semiconductor layer or transparent conductive layer with a bonding agent or adhesive material, (c) placing a bus bar on the current collecting electrode, and (d) effecting connection between the current collecting electrode and the semiconductor layer or transparent conductive layer by heat and/or pressure; and (iii) the formation of a photovoltaic device comprising (a) positioning bonding agent or adhesive material on a substrate, (b) fixing a current collecting electrode on the substrate with the bonding agent or adhesive material, (c) placing a bus bar on the current collecting electrode, and (d) effecting connection between the current collecting electrode and the bus bar and connection between the current collecting electrode and the semiconductor layer or transparent conductive layer by heat and/or pressure.

USE - The device is used as a solar cell for outdoor use e.g. roofing material.

ADVANTAGE - The electrode configuration provides satisfactory current collecting property, satisfactory work efficiency and high throughput. The device is simple to mfr., has satisfactory initial characteristics and satisfactory long-term reliability.

Dwg.6/9

Title Terms: PHOTOVOLTAIC; DEVICE; HIGH; RELIABILITY; COMPRISE;
SEMICONDUCTOR; LAYER; CURRENT; COLLECT; ELECTRODE; BUS; BAR; ELECTRIC;
CONNECT; CURRENT; COLLECT; ELECTRODE

Derwent Class: A85; L03; U12; X15

International Patent Class (Main): H01L-031/0224; H01L-031/0392;
H01L-031/04; H01L-031/042

International Patent Class (Additional): C09J-009/02; H01L-031/18

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): A12-E11B; L03-E05B; L04-E05D

Manual Codes (EPI/S-X): U12-A02A4A; U12-A02A4B; X15-A02A

Polymer Indexing (PS):

<01>

001 018; P0088-R
002 018; H0124-R
003 018; P1445-R F81 Si 4A
004 018; G0588-R G0022 D01 D12 D10 D51 D53 D58 F34; H0000
005 018; P0464-R D01 D22 D42 F47
006 018; P1592-R F77 D01
007 018; P0635-R F70 D01
008 018; ND01; ND07; N9999 N5721-R; K9574 K9483; K9596 K9483; K9483-R;
K9701 K9676; K9416; Q9999 Q7512; B9999 B3269 B3190; K9745-R; K9552
K9483; N9999 N7192 N7023; Q9999 Q7818-R; Q9999 Q6860 Q6826; N9999
N7147 N7034 N7023; Q9999 Q6644-R; Q9999 Q6633

<02>

001 018; P0464-R D01 D22 D42 F47
002 018; P1592-R F77 D01
003 018; P0226 P0282-R D01 D18 F30
004 018; P1683 P1865 D01
005 018; P0840 P0839 F41 D01 D63
006 018; P0986 P0964 H0293 F34 D01 D11 D10 D18 F26
007 018; P0771 P0635 P1081 H0260 F70 F72 D01
008 018; P0635-R F70 D01
009 018; R00859 G1809 G1649 D01 D23 D22 D31 D45 D50 D76 D83 F19 F10 F07
; H0011-R; P0259-R P0226 D01
010 018; P1672 P1865 D01
011 018; P0500 F- 7A
012 018; R00708 G0102 G0022 D01 D02 D12 D10 D19 D18 D31 D51 D53 D58 D76
D88; H0000; H0011-R; P1741 ; P1752
013 018; P0088-R
014 018; P0839-R F41 D01 D63
015 018; ND01; ND07; N9999 N5721-R; K9574 K9483; K9596 K9483; K9483-R;
K9701 K9676; K9416; Q9999 Q7512; B9999 B3269 B3190; K9745-R; K9552
K9483; N9999 N7192 N7023; Q9999 Q7818-R; Q9999 Q6860 Q6826; N9999
N7090 N7034 N7023; B9999 B5447 B5414 B5403 B5276
016 018; R01778 D00 D09 C- 4A; R05085 D00 D09 C- 4A; R01966 D00 F20 Ti
4B Tr O- 6A; R01531 G3270 D00 F20 O- 6A Sn 4A; R01520 D00 F20 Zn 2B
Tr O- 6A; A999 A135; A999 A771; S9999 S1456-R
017 018; D00 F20 In 3A Sn 4A; A999 A135; A999 A771; S9999 S1456-R

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-18034

(43) 公開日 平成9年(1997)1月17日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 31/04

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 31/04

技術表示箇所

M

F

H

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-162714

(22) 出願日 平成7年(1995)6月28日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 一ノ瀬 博文

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ

ン株式会社内

(72) 発明者 村上 勉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ

ン株式会社内

(72) 発明者 長谷部 明男

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ

ン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 福森 久夫

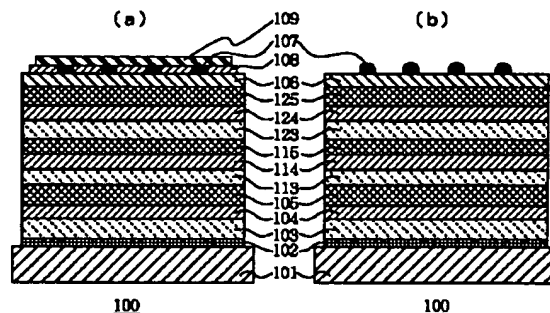
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光起電力素子の電極構造及び製造方法

(57) 【要約】

【目的】 長期保存性が高く、かつ、製造安定性の良好な光起電力素子の電極構造及び製造方法を提供する。

【構成】 本発明の光起電力素子の電極構造は、金属ワイヤーからなる集電電極と、該集電電極と接するバスバーとからなる光起電力素子の電極構造において、前記バスバーが接着剤によって前記光起電力素子の一部に張りつけられ、前記集電電極の少なくとも一部が前記バスバーと前記接着剤との間に挟んで配設されている。また、本発明の光起電力素子の製造方法は、金属ワイヤーからなる集電電極と、該集電電極と接するバスバーとからなる光起電力素子の製造方法において、接着剤によって光起電力素子の一部に前記集電電極の少なくとも一部を張り付ける工程と、前記接着剤と前記バスバーの間に前記集電電極を挟み、熱または／及び圧力により前記集電電極と前記バスバーを接続する工程とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属ワイヤーからなる集電電極と、該集電電極と接するバスバーとからなる光起電力素子の電極構造において、

前記バスバーが接着剤によって前記光起電力素子の一部に張りつけられ、前記集電電極の少なくとも一部が前記バスバーと前記接着剤との間に挟んで配設されていることを特徴とする光起電力素子の電極構造。

【請求項2】 前記金属ワイヤーの少なくとも一部は、導電性ペーストによって前記光起電力素子の表面に接着されていることを特徴とする請求項1に記載の光起電力素子の電極構造。

【請求項3】 前記集電電極は、金属ワイヤーの少なくとも一部が導電性ペーストで被覆された構造を有し、かつ、前記光起電力素子の表面に接着されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の光起電力素子の電極構造。

【請求項4】 前記バスバーは、該バスバーの少なくとも一部が導電性ペーストで被覆された構造を有することを特徴とする請求項1乃至3の少なくとも1項に記載の光起電力素子の電極構造。

【請求項5】 金属ワイヤーからなる集電電極と、該集電電極と接するバスバーとからなる光起電力素子の製造方法において、

接着剤によって光起電力素子の一部に前記集電電極の少なくとも一部を張り付ける工程と、前記接着剤と前記バスバーの間に前記集電電極を挟み、熱または/及び圧力により前記集電電極と前記バスバーを接続する工程とを有することを特徴とする光起電力素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、光起電力素子の電極構造及び製造方法に係る。より詳細には、長期保存性が高く、かつ、製造安定性の良好な光起電力素子の電極構造及び製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光起電力素子を応用した太陽電池は、火力発電、水力発電などの既存発電方法の問題を解決する代替エネルギー源として注目されている。その中でも、アモルファスシリコン太陽電池は、結晶系の太陽電池に比較して低コストで、かつ大面積の太陽電池が製造できるため、各種の研究がなされている。このアモルファスシリコン太陽電池を実用化するに当たり重要な技術課題の1つとして、光電変換効率を向上させることが挙げられる。この技術課題を解決すべく、各種の検討が鋭意進められている。

【0003】ところで、アモルファスシリコン太陽電池の構成としては、例えば、ステンレス等からなる導電性基板上に、裏面電極、半導体層、受光面電極の順番で積層したものが公知である。この受光面電極は、例えば透

明導電性酸化物によって形成される。

【0004】更に、電流を集めるための細い金属からなる集電電極が、前記受光面電極の表面上に堆積される。この集電電極は、太陽電池の光入射面側に設けられるため、集電電極の面積はいわゆるシャドールロスとなり、太陽電池の発電に寄与する有効面積を減少させてしまう。このため、集電電極は比較的細い櫛状に形成される。また、前記集電電極は通常細く長く形成されるために、電気抵抗が少なくなるような材料及び断面形状設計が要求される。

【0005】米国特許5,084,107号公報では、このような集電電極として金属ワイヤーを用いることが提案されている。また、このような集電電極を形成する方法としては、米国特許4,348,546号公報が挙げられる。さらに、前記集電電極によって集められた電流を集めるために、バスバーと呼ばれる比較的太い金属からなる電極を形成する技術が、米国特許4,260,429号公報や4,283,591号公報に開示されている。

【0006】図9は、上述した従来の集電電極の電極構成を有する太陽電池モジュールの一例である。図9において、900は太陽電池基板本体、901は支持基板、902は太陽電池表面（アクティブエリア）、903は集電電極、904はバスバー、905はハンダ若しくは導電性ペースト、906は接着剤である。ここで、バスバーは電極構造の一部として、集電電極を流れる電流を更に一端に集める役割を有する。

【0007】このような従来の集電電極の電極構成では、集電電極をなす金属ワイヤーとバスバーとは、以下に示す方法によって電気的に接続されている。

(イ) 先ず、金属ワイヤーを張り配置する際、金属ワイヤーは太陽電池のアクティブエリア外で接着剤等で仮固定される。

(ロ) 次に、前記バスバー上にある前記金属ワイヤー部分を、銀ペースト等の導電性ペーストやハンダを用いて接続する。

【0008】導電性ペーストを用いる場合は、導電性ペーストを吐出させるためのアプリケーションによって、複数の点を吐出した後、ペーストを乾燥あるいは硬化させる。また、ハンダを用いる場合は、金属ワイヤーとバスバーをハンダを介して直接固定する。

【0009】しかし、上記従来技術に開示されるような電極構成を太陽電池に用いた場合、次のような問題がある。

(1) 金属ワイヤーをバスバーに銀ペーストにより接続する方法では、銀ペーストを適量吐出するためのアプリケーションが必要となり、さらに、銀ペーストを加熱、乾燥、硬化する工程が必要であった。その結果、スループットが低かった。

(2) 凹凸部に銀ペーストを塗布する状態となるため、

塗布部の銀ペーストが厚盛り又は不均一になり、ラミネーション等による封止部を突き破ったりする問題があった。

【0010】(3)ハンダで接続するには、前記導電性接着剤の被覆層を介してバスバーに接続するのは困難であり、接着層を一部除去してハンダ付けする必要がある。その結果、多数の点で接着する必要があり作業性が悪かった。

(4)ハンダを溶解するためには、局部的に250℃～350℃の高熱を加える必要があった。

(5)ハンダの付着性を良くするために、フラックスを併用する場合やヤニ入りのハンダを用いる場合には、超音波洗浄等の別工程でフラックスやヤニを除去する必要があった。

【0011】(6)上述した(1)～(5)に説明した高熱及び洗浄の各工程により、アモルファス系太陽電池等はダメージを受け易く、諸特性に影響する問題があった。

(7)上記いずれの方法も金属ワイヤーを張り配置する際に、太陽電池のアクティブエリア外で接着剤等を用いて仮固定する必要があった。その結果、仮固定するための領域が、バスバー形成部以外に必要となり、余分な面積を要した。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上述した課題を克服して作業性の良好なスルーブットの高い光起電力素子の電極構造を提供することである。

【0013】また、本発明の他の目的は前記光起電力素子用集電電極を用いた特性の良好な光起電力素子の構成を提供することである。

【0014】また、本発明のさらに他の目的は前記光起電力素子用集電電極を用いて光起電力素子を安定に製造する方法を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の光起電力素子の電極構造は、金属ワイヤーからなる集電電極と、該集電電極と接するバスバーとからなる光起電力素子の電極構造において、前記バスバーが接着剤によって前記光起電力素子の一部に張りつけられ、前記集電電極の少なくとも一部が前記バスバーと前記接着剤との間に挟んで配設されていることを特徴とする。

【0016】前記金属ワイヤーの少なくとも一部は、導電性ペーストによって前記光起電力素子の表面に接着されていることを特徴とする。また、前記集電電極は、金属ワイヤーの少なくとも一部が導電性ペーストで被覆された構造を有し、かつ、前記光起電力素子の表面に接着されていることを特徴とする。さらに、前記バスバーは、該バスバーの少なくとも一部が導電性ペーストで被覆された構造を有することを特徴とする。

【0017】本発明の光起電力素子の製造方法は、金属

ワイヤーからなる集電電極と、該集電電極と接するバスバーとからなる光起電力素子の製造方法において、接着剤によって光起電力素子の一部に前記集電電極の少なくとも一部を張り付ける工程と、前記接着剤と前記バスバーの間に前記集電電極を挟み、熱または/及び圧力により前記集電電極と前記バスバーを接続する工程とを有することを特徴とする。

【0018】

【作用】請求項1に係る発明では、金属ワイヤーからなる集電電極と、該集電電極と接するバスバーとからなる光起電力素子の電極構造において、前記バスバーが接着剤によって前記光起電力素子の一部に張りつけられ、前記集電電極の少なくとも一部が前記バスバーと前記接着剤との間に挟んで配設されているため、製造プロセスが簡便でスルーブットの高い光起電力素子の電極構造が得られる。その結果、良好な諸特性、すなわち変換効率及びシャント抵抗を有する光起電力素子が得られる。

【0019】本発明において、プロセスが簡便でスルーブットが向上し、更に良好な特性が得られ、信頼性に優れた電極構造となる理由は以下の様に説明される。

【0020】本発明において、前記金属ワイヤーは前記接着剤により太陽電池の一部に張りつけるが、前記接着剤は、金属ワイヤーの固定とバスバーの固定の両方の機能を兼ねている。このため、前記集電電極の形成と前記バスバーとの接続が同時に行われ、工程が削減されるのみならず、接続が確実に行われる。

【0021】請求項2に係る発明では、前記金属ワイヤーの少なくとも一部が、導電性ペーストによって前記光起電力素子の表面に接着されているため、集電電極による集電性が高まり、更に、金属ワイヤーを用いることによりシャドールスを軽減できる光起電力素子の電極構造が得られる。その結果、良好な諸特性、すなわち高変換効率及び十分に高いシャント抵抗を有する光起電力素子が得られる。

【0022】請求項3に係る発明では、前記集電電極は、金属ワイヤーの少なくとも一部が導電性ペーストで被覆された構造を有し、かつ、前記光起電力素子の表面に接着されているため、光起電力素子への集電電極の接着性および集電性がより高まり、さらにシャント等による生産上の問題も軽減出来るのみならず、屋外における使用においても接着性および集電性の変化が少なくなる。その結果、初期特性及び長期信頼性の高い光起電力素子が得られる。

【0023】請求項4に係る発明では、前記バスバーが、該バスバーの少なくとも一部が導電性ペーストで被覆された構造を有するため、前記集電電極との接続が確実になり、かつ、接続面の接続抵抗が軽減できる。その結果、良好な諸特性、すなわち高変換効率及び十分に高いシャント抵抗を有する光起電力素子が得られる。

【0024】なお、上記光起電力素子の結晶形態は、ア

モルファス系に限定されるものではない。すなわち、結晶系、多結晶系、及び微結晶系などでも良い。また、薄膜でも固体でも構わない。さらに、上記光起電力素子の材料としては、Si、SiGe、及びCuInSeなどが好適に用いられる。

【0025】

【実施態様例】以下では、本発明の光起電力素子の構成要素を詳細に説明する。

【0026】(金属ワイヤー)本発明に係る金属ワイヤーの材質としては、例えば、銅、銀、金、白金、アルミニウム、モリブデン、タングステン等の電気抵抗が低く線材として工業的に安定に供給されている材料が好適に用いられる。また、前記金属ワイヤーはこれらの合金であっても良い。更に、所望に応じて前記金属ワイヤーの表面に腐食防止、酸化防止、導電性樹脂との接着性向上、電氣的導通の改良などの目的で薄い金属層を形成しても良い。とりわけ前記金属ワイヤーに銅を用いる場合には表面が酸化されて高抵抗となったり、あるいは前記被覆層の前記導電性粒子がグラファイトや金属酸化物のようなものでは接触抵抗が大きくなる。このような現象を防ぐため前記表面金属層を用いる。

【0027】該表面金属層は銀、パラジウム、銀とパラジウムの合金、金などの腐食されにくい貴金属や、ニッケル、スズなどの耐食性の良い金属が好適なものである。前記表面金属層の形成方法としては、メッキ法、クラッド法が好適に用いられる。また、前記金属をフィラーとして樹脂に分散して作製した導電性樹脂をコートしても良い。コート厚みは所望に応じて決定されるものであるが例えば断面が円形の金属ワイヤーで有れば直径の1%から10%の厚みが好適である。

【0028】前記金属ワイヤーの断面形状は円形が好適であるが、矩形であっても良く所望に応じて適宜選択される。前記金属ワイヤーの直径は、電気抵抗ロスとシャドーロスとの和が最小となる様に設計して選択されるものであるが、具体的には例えば直径25 μ mから1mmまでの銅線が好適に用いられる。より好ましくは25 μ mから200 μ mとすることで効率の良い太陽電池が得られる。25 μ mより細い場合はワイヤーが切れ易く製造が困難となり、また、電気ロスも大きくなる。また、200 μ m以上であるとシャドーロスが大きくなり、太陽電池表面の凹凸が大きくなってラミネーション等の封止の際、EVAなどの充填材を厚くしなければならなくなる。

【0029】この様な金属ワイヤーは公知の伸線機によって所望の直径に成型して作られる。伸線機を通過した金属ワイヤーは硬質であるが、伸び易さや曲げ易さなどの所望の特性に応じて公知の方法でアニールし、軟質にして用いても良い。

【0030】(導電性接着剤)本発明に係る導電性接着剤は、前記金属ワイヤーを太陽電池表面及びバスバーに

接着するために用いられる。その結果、太陽電池の起電力を効率良く集電でき、良好な特性が得られる。接着の方法としては、前記金属ワイヤー全体を導電性接着剤で被覆するか部分的に塗布配置し、加熱または／もしくは加圧により接着する方法がある。また、バスバーに集電電極を接着する際バスバー側に導電性接着剤を予め塗布し、加熱または／もしくは加圧により接着しても良い。

【0031】本発明において、前記金属ワイヤーを接着するための前記導電性接着剤は、導電性粒子と高分子樹脂とを分散して得られる。前記高分子樹脂としては金属ワイヤーに塗膜を形成し易く、作業性に優れ、柔軟性があり、耐候性が優れた樹脂が好ましい。このような熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ、ウレタン、フェノール、ポリビニルホルマール、アルキド樹脂あるいはこれらを変性した樹脂等が好適な材料として挙げられる。とりわけ、ウレタン樹脂はエナメル線用絶縁被覆材料として用いられており柔軟性や生産性の面で優れた材料である。熱可塑性樹脂としては、フェノキシ樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリアミド、メラミン樹脂、ブチラール、フッ素樹脂、アクリル、スチレン、ポリエステルなどが好適な樹脂として挙げられる。

【0032】前記導電性粒子は導電性を付与するための顔料であり、具体的な材料としては、グラファイト、カーボンブラックなどや In_2O_3 、 TiO_2 、 SnO_2 、ITO、ZnO及び前記材料に適当なドーパントを添加した酸化物半導体材料等が好適に用いられる。前記導電性粒子の粒径は、形成する前記被覆層の厚みよりも小さくする必要があるが、小さすぎると粒子同士の接触点での抵抗が大きくなるため所望の比抵抗が得られなくなる。この様な事情から前記導電性粒子の平均粒径としては0.02 μ m乃至15 μ mが好ましい。

【0033】前記導電性粒子と前記高分子樹脂とは所望の比抵抗を得るため好適な比率で混合されるが、導電性粒子を増加すると比抵抗は低くなるが樹脂の比率が少なくなるため塗膜としての安定性は悪くなる。また、樹脂を増加すると導電性粒子どうしの接触が不良となり高抵抗化する。従って、好適な比率は、用いる高分子樹脂と導電性粒子及び所望の物性値によって適宜選択されるものである。具体的には導電性粒子が5体積%から95体積%程度とすることで良好な比抵抗が得られる。

【0034】前記導電性樹脂の比抵抗としては太陽電池によって発生する電流を集電するのに無視しうる抵抗であり、かつ、シャントが生じない様に適度な抵抗値とすることが必要であり、具体的には0.01乃至100 Ω cm程度が好ましい。0.01 Ω cm以下であるとシャントを防ぐバリア機能が少なくなり、100 Ω cm以上では電気抵抗ロスが大きくなるためである。前記導電性粒子及び高分子樹脂の混合に際しては、3本ロールミル、ペイントシェーカー、ビーズミル等の通常の分散装置を用いることができる。分散を良好とするため所望に

応じて公知の分散剤を添加しても良い。また、分散時あるいは分散後に導電性樹脂の粘度調整のため適当な溶剤で希釈しても良い。

【0035】(バスバー) 本発明に係るバスバーは、光起電力素子の一部に設けられるものであるが、前記バスバーの配置は光入射側であっても反対の側であっても良い。また、光入射側の中のアクティブエリア内であっても良いがアクティブエリアの外に設けることによりより高い効率が得られる。

【0036】本発明に用いるバスバーの材質としては、例えば、銅、銀、金、白金、アルミニウム、スズ、鉛、ニッケル等の電気抵抗が低くタブ材として工業的に安定に供給されている材料が好適に用いられる。また、前記金属ワイヤーはこれらの合金であっても良い。とりわけ銅は電気的抵抗が低く、加工の目的に応じて軟質銅、硬質銅を適宜選択でき、しかも安価であることから、好適に用いられる。

【0037】更に、所望に応じて前記バスバーの表面に腐食防止、酸化防止、導電性樹脂との接着性向上、電気的導通の改良などの目的で薄い金属層を形成しても良い。例えば、銀、パラジウム、銀とパラジウムの合金、金等の腐食されにくい貴金属やニッケル、スズ等の耐食性の良い金属が挙げられる。とりわけ金、銀が湿度等の影響を受けにくく、導電性樹脂との接着性も良好なため、好適に用いられる。また、前記金属層の形成方法としては、クラッド法、メッキ法が好適に用いられる。

【0038】また、バスバーの少なくとも一部に導電性ペーストを塗布し、金属ワイヤーとバスバーを電気的に接続する方法を用いても良い。

【0039】(接着剤) 本発明に係る接着剤は、前記金属ワイヤーを太陽電池の一部に張りつけ、金属ワイヤーの固定と前記バスバー間に挟んで設置するために用いられる。したがって、前記接着剤は、金属ワイヤーの固定とバスバーの固定の両方の機能を兼ねている。

【0040】本発明に用いる接着剤としては、例えば、アクリル系、ゴム系、シリコン系、ポリビニルエーテル系、エポキシ系、ポリウレタン系、ナイロン系、ポリアミド系、無機系、または複合型接着剤等が挙げられる。これらの接着剤の中で接着性、タック、保持力、耐電性、耐湿性等に優れているものが好適に用いられる。中でも、アクリル系及びシリコン系の接着剤は耐久性や耐熱性、保持力に優れており好適に用いられる。接着剤の形成法としてはアプリケーション等を用いて均一に塗布形成する方法がある。接着剤の種類に応じて、乾燥や加熱、加圧、光照射等の工程を加えても良い。更に、作業性を高めるために支持体と接着剤の重ねた構成の粘着テープ、粘着シート、両面粘着テープを用いても良い。

【0041】(光起電力素子) 本発明の集電電極を用いるに好適な光起電力素子としては、薄膜型の太陽電池な

どが挙げられる。このような太陽電池の構成としては、基板、前記基板上に設けた第1の電極、前記第1の電極上に設けた発電に寄与する半導体層、及び、前記半導体層上(光入射面側)に本発明の集電電極からなる第2の電極を設けた構成が好ましい。また、所望に応じて前記半導体層の光入射面側と前記集電電極との間に、反射防止の目的と表面抵抗を低くする目的で透明導電層を設けても良い。

【0042】本発明の太陽電池の第1の電極は、半導体層の裏面側に設けられるものであり、例えば、スクリーン印刷法、蒸着法等の方法で金属を形成してつくられる。金属の種類は半導体と良好なオーミック性が得られるものを適宜選択して用いる。

【0043】前記半導体層がアモルファスシリコンの様に薄膜である場合は、支持基板が必要となり、前記支持基板としては絶縁性あるいは導電性基板が用いられる。前記第1の電極は前記基板上に堆積される。一方、前記半導体層が固体である場合は、前記支持基板は無くても構わない。

【0044】前記第1の電極としては、例えば、ステンレスやアルミ等の金属基板が好適に用いられるが、ガラス、高分子樹脂、セラミックス等の絶縁性基板の上にクロム、アルミニウム、銀等の金属を蒸着したものでも良い。また、結晶シリコン太陽電池であれば基板を設けず銀ペーストのスクリーン印刷等で形成しても良い。前記半導体層としてはpn接合、pin接合、ショットキー接合等の半導体接合を有する構造を持つことが必要であり、材料としては結晶シリコン、多結晶シリコン、薄膜多結晶シリコン、アモルファスシリコン等のIV族の半導体やCdS、CdTeなどのIII-IV族の半導体やGaAsなどのIII-V族の半導体が好適に用いられる。また、シングルセルだけでなくpin接合またはpn接合を複数重ねたタンデムセル、トリプルセルも好適に用いられる。

【0045】前記タンデムセル構成の具体例としては、例えば、a-Siのi層からなるpinのトップ層とボトム層とを積層した構成、a-Siのi層からなるpinのトップ層とa-SiGeのi層からなるpinのボトム層を積層した構成が挙げられる。また、トップ層をa-Siのi層からなるpinで、ボトム層が薄膜の多結晶のpn接合としても良い。

【0046】前記トリプルセル構成の具体例としては、a-Siのi層からなるpinのトップ層及びミドル層とa-SiGeのi層からなるpinのボトム層を積層した構成、a-Siのi層からなるpinのトップ層とa-SiGeのi層からなるpinのミドル層とa-SiGeのi層からなるpinのボトム層を積層した構成が挙げられる。

【0047】前記透明導電層としては、例えば、ITO、SnO₂、In₂O₃等の公知の材料が好適に用いられ

れる。

【0048】本発明の集電電極からなる第2の電極は、前記半導体層の光入射面側に配置される。その場合の配置方法としては、集電の電気抵抗による損失とシャドウロスとの和が最小となる様に適当な間隔で平行に配置するのが好ましい。例えば、透明電極層のシート抵抗が $100\Omega/\square$ 程度の場合は、集電電極の間隔は5mm程度が好ましい。また、細い径のワイヤーを用いた場合にはピッチを狭くし、太い径のワイヤーを用いた場合にはピッチを広くするという最適化を行うことで最高の効率が得られる。

【0049】図1は、本発明の電極構成をトリプルセル型のアモルファス系太陽電池に用いた一例を示す模式的断面図である。図1において、100は太陽電池基板本体、101は支持基板、102は第1の電極、103、113、123はn型半導体層、104、114、124はi型半導体層、105、115、125はp型半導体層、106は透明導電膜、107は集電電極、108は接着剤、109はバスバーを表す。図1(a)は、バスバーまで形成したときの断面図、図1(b)は、集電電極がセル表面に形成されたときの断面図である。図1ではトリプルセル型を示したが、半導体接合を1つ又は2つ有するシングルセル型やタンデムセル型にも、本発明の集電電極は適応可能であることは言うまでもない。

【0050】図2は、本発明の電極構成を結晶系太陽電池に用いた一例を示す模式的断面図である。図2において、200は太陽電池基板本体、201はシリコンウエハ基板からなる半導体層、202は半導体層201とp-n接合を形成する半導体層、203は裏面電極、204は集電電極、205は反射防止膜を表す。図2(a)は、バスバーまで形成したときの断面図、図2(b)は、集電電極がセル表面に形成されたときの断面図である。

【0051】本発明の電極は、とりわけ大面積の太陽電池を形成する場合に適している。例えば、30cm角の太陽電池を作製する場合には、半導体層上に30cmの長さの本発明の電極を平行に所定の間隔で設置して集電電極を形成すれば良い。さらに、前記集電電極からひとつの端子に電流を流すための比較的大きな電流が流せるバスバーを形成する。

【0052】(光起電力素子の製造方法) 本発明の光起電力素子すなわち太陽電池の製造方法において、前記集電電極を製造する方法としては、前記集電電極を光入射側の半導体層または透明導電膜の上に、熱または圧力あるいは熱と圧力で接着する方法が挙げられる。加熱温度は、前記導電性樹脂の被覆層が軟化し、太陽電池表面に接着する温度以上にすることが好ましい。また、圧力は、前記被覆層が適度に変形する圧力が好ましく、太陽電池を破壊しない程度の圧力以下でなければならない。具体的には例えば、アモルファスシリコンのような薄膜

太陽電池では、 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ から $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ が好適である。

【0053】接着方法としては、例えば、ワイヤー側の一部又は全体に塗布被覆する方法や、太陽電池表面にスクリーン印刷等で直線状や所望の形のドットで形成し、ワイヤーを配置、接着しても良い。また、前記被覆層がホットメルトタイプであれば、熱により軟化させて太陽電池に接着させることが望ましいが、接着時には適度な圧力を加えても良い。また、前記被覆層が熱可塑性であれば加熱により軟化するが、熱硬化性の樹脂の場合は、ワイヤーへの塗布や太陽電池基板上での印刷を行う時に硬化反応はさせずに溶剤の乾燥のみ行って、接着時に加熱により硬化させても良い。

【0054】図3は、金属ワイヤーが太陽電池表面に接着された断面図である。図3において、301は太陽電池基板、302は金属ワイヤー、303は導電性接着剤である。図3(a)は、金属ワイヤを導電性接着剤で被覆した後、太陽電池表面に接着した断面図である。図3(b)は、金属ワイヤーを配置し、導電性接着剤を部分的に配置した後、接着した断面図である。

【0055】更に、金属ワイヤーとバスバーを電氣的に接続するために、バスバー上から加熱及び/又はは加圧して金属ワイヤーと太陽電池の接着と同様にして行う。

【0056】図4がバスバーに接着された断面図を示した。図4において、401は太陽電池基板、402は接着剤、403は金属ワイヤー、404はバスバー、405は導電性接着剤である。図4(a)は、金属ワイヤを導電性接着剤で被覆した後、バスバーに接着した断面図である。図4(b)は、バスバーに導電性接着剤を塗布し、金属ワイヤーをバスバーに接着した断面図である。この際、前記導電性接着剤の塗布はバスバー全体に施しても部分的塗布しても良い。

【0057】また、本発明はアモルファスシリコン太陽電池以外の太陽電池、例えば結晶系太陽電池、多結晶系太陽電池、薄膜多結晶太陽電池など他の太陽電池及び光起電力素子にも好適に用いられることは言うまでもない。

【0058】図5～図8は、本発明の電極構成を用いた太陽電池の一例である。

【0059】図5は、バスバーを太陽電池基板の表面に配置した太陽電池の模式図である。図5において、500は太陽電池基板本体、501は支持基板、502は太陽電池表面、503は集電電極、504はバスバー、505は接着剤である。図5(a)はバスバーを両端に配置した模式図であり、金属ワイヤーからの集電性を高めることができ大面積セルに有効である。図5(b)はバスバーを片端に配置した図であり、太陽電池基板を有効利用でき小面積セルを多数直列、並列する場合に適用すると有効である。

【0060】図6は、バスバーを太陽電池基板の裏面に

配置した太陽電池の模式図である。図6において、600は太陽電池基板本体、601は支持基板、602は太陽電池表面、603は集電電極、604はバスバー、605は接着剤であり、太陽電池表面側にはバスバーが配置されないためアクティブエリアが有効に利用出来る。

【0061】図7は、バスバーをアクティブエリア内に配置した太陽電池の模式図である。図7において、700は太陽電池基板本体、701は支持基板、702は太陽電池表面、703は集電電極、704はバスバー、705は接着剤である。図7(a)は円形状基板のアクティブエリア内の中心にバスバー704を1本配置した模式図であり、基板の形状に対応して直列接続が効果的に出来る。図7(b)は角型上基板のアクティブエリア内に2本配置した模式図であり、金属ワイヤーからの集電性を高めることが出来る。

【0062】図8は、集電電極を導電性接着剤を部分的に塗布して固定した太陽電池の模式図である。図8において、800は太陽電池基板本体、801は支持基板、802は太陽電池表面、803は集電電極、804は導電性接着剤、805はバスバー、806は導電性接着剤、807は接着剤である。

【0063】以上のように作製された太陽電池は、屋外使用の際、耐候性を良くし機械的強度を保つために公知の方法でエンカプシュレーションをしてモジュール化される。具体的なエンカプシュレーション用材料としては、接着層については、太陽電池との接着性、耐候性、緩衝効果の点でEVA(エチレンビニルアセテート)が好適に用いられる。また、耐湿性や耐傷性を向上させるためにガラス等の表面保護層が形成される。モジュールの軽量化、フレキシブル性を得るためにフッ素系の樹脂層が好適に用いられる。

【0064】フッ素系の樹脂としては、例えば4フッ化エチレンの共重合体ETFE(デュボン社製テフゼル)、ポリフッ化ビニル(デュボン社製テドラー)等が挙げられる。また、これらの樹脂に紫外線吸収剤を加えることで耐候性を向上させても良い。エンカプシュレーション形成の方法としては、例えば真空ラミネーターのような市販の装置を用いて、真空中で加熱圧着することが可能である。

【0065】

【実施例】以下に本発明の実施例について図面を参照してより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

【0066】(実施例1)本例では、図5に示す電極構造を有する図1に示した光起電力素子である太陽電池からなる太陽電池モジュールを、以下に示す工程で作製した。

【0067】図5において、500は太陽電池基板本体、503は集電電極、504は接着剤、505はバスバーを表す。集電電極503としては、図3に示した被

覆ワイヤー300を用いた。金属ワイヤー302としては、厚み2 μ mの銀クラッド層を銅線の上に形成した直径100 μ mの銀クラッド銅ワイヤーを用いた。

【0068】以下では、被覆層の導電性接着剤303を形成するためのカーボンペーストの作製方法に関して説明する。

【0069】(1)最初に、溶剤として酢酸エチル2.5g、IPA2.5gの混合溶剤を分散用シェーク瓶に入れた。第2に、主剤となるウレタン樹脂を22.0gを前記シェーク瓶に加えボールミルで充分攪拌した。第3に、硬化剤としてブロックイソシアネートを1.1g、分散用ガラスビーズ10gを前記溶液に加えた。第4に、導電性粒子として平均の一次粒径が0.05 μ mのカーボンブラック2.5gを前記溶液に加えた。

【0070】(2)以上の材料を投入したシェーク瓶を東洋精機製作所社製ペイント・シェーカーにて10時間分散した。その後、出来上がった導電性接着剤から分散用ガラスビーズを取り除いた。該導電性接着剤の平均粒子径を測定したところ約1 μ mであった。ペイントシェーカーの代わりにビーズミルを用いた場合も、同様の結果であった。

【0071】(3)前記接着剤を前記硬化剤の標準硬化条件である160℃、30分で硬化させ、その体積抵抗率を測定したところ、10 Ω cmであり充分低抵抗であることを確認した。

【0072】(4)不図示のワイヤコート機を用い被覆層として導電性接着剤303を塗布、乾燥、形成した。尚、塗布速度は40m/minで滞留時間が2sec、乾燥炉の温度は120℃とし、5回に分けてコートした。使用したエナメルコート用ダイスの孔径は150 μ mから200 μ mとした。前記ワイヤ302に塗布された導電性接着剤303は、溶剤が揮発し未硬化状態で存在する。導電性接着剤303の厚さは、平均20 μ mで、100m長でのコート結果での膜厚のばらつきは、 $\pm 1.5\mu$ m以内に納まっていた。

【0073】以下では、上記工程(1)～(4)にて形成した集電電極300を用いた図1に示す本発明の太陽電池の作製方法に関して説明する。

(5)使用した太陽電池基板本体100は、支持基板101としてSUS430BA基板を脱脂、洗浄後、不図示のDCスパッタ装置を用い第1の電極102としてAg400nm、ZnO400nmを形成した。

(6)不図示のマイクロ波プラズマCVD成膜装置を用い、ボトム層、ミドル層、及びトップ層を順次形成した。

【0074】ボトム層は、n層103、i層104、p層105の順で積層した構造体であり、このときのi層104はa-SiGeとした。ミドル層は、n層113、i層114、p層115の順で積層した構造体であり、このときのi層114はボトム層と同様にa-Si

Geとした。また、トップ層は、n層123、i層124、p層125の順で積層した構造体であり、このときのi層はa-Siとした。

【0075】(7) 光入射側には、不図示の抵抗加熱の蒸着装置を用い透明電極106として、ITOの透明導電膜を形成し、太陽電池基板500の作製を終えた。

(8) 工程(7)で得られた太陽電池基板500は、面形状が30cm角でセルの有効面積が900cm²となるように、塩化第2鉄を主成分とするエッチングペーストと市販の印刷機を用い不要部分の透明導電膜を除去した。

(9) 有効面積外に接着剤504として粘着テープ(VHB住友3M社製)を接着配置し、集電電極503を5.5mm間隔で張り、配置、前記接着剤上で固定した。

【0076】(10) バスバー505として、硬質銅を銀クラッドで被覆した銅箔を集電電極503及び接着剤504の上に形成した。

(11) 前記集電電極503を太陽電池基板500のセル面に接着する為に、不図示の加熱装置を用いて加熱圧着した。加熱条件は、温度190℃、時間1min、圧力1kg/cm²とした。図5(a)は、集電電極を太陽電池基板上に接着したときの断面図である。

【0077】(12) 前記集電電極503をバスバー504に接着する為に、不図示の加熱装置を用いて加熱圧着した。加熱条件は、温度190℃、時間15sec、圧力5kg/cm²とした。図5(b)は、集電電極をバスバー上に接着したときの断面図である。

【0078】(13) 工程(12)までで作製した太陽電池基板500に対して、エンカプシュレーションを行い、太陽電池モジュールを作製した。エンカプシュレーションの方法は、以下のとおりである。まず太陽電池基板500の上下にクレーンガラス及びEVAを積層し、次にその上下にフッ素樹脂フィルムETFEを積層した後、真空ラミネータに投入して150℃で60min保持しラミネーションを行った。

【0079】以上の工程(1)～工程(13)により、同様の太陽電池モジュールを10個作製した。

【0080】以下では、得られた試料の初期特性評価に関して述べる。

(a) 試料の暗状態における電圧-電流特性を測定し、原点付近の傾きからシャント抵抗を調べた。その結果、シャント抵抗は200kΩcm²～500kΩcm²であり良好な値を示した。

(b) AM1.5グローバルの太陽光スペクトルで100mW/cm²の光量の疑似太陽光源(以下シミュレーターと呼ぶ)を用いて太陽電池特性を測定し変換効率を求めた。その結果、変換効率は8.7%±0.02%であり、ばらつきも少なく良好な値であった。

【0081】以下では、得られた試料に対して行った信

頼性試験に関して述べる。本発明の信頼性試験は、日本工業規格C8917の結晶系太陽電池モジュールの環境試験方式、及び、耐久試験方法に定められた温湿度サイクル試験A-2、に基づいて行った。具体的には、試料を温湿度が制御できる恒温恒湿器に投入し、温度を-40℃から+85℃(相対湿度85%)に変化させるサイクル試験を20回繰り返した。その後、初期特性評価と同様にシミュレーターを用いて変換効率を調べた。その結果、信頼性試験後の変換効率は、初期変換効率に対して平均で2%の低下があった。この低下量から、有意な劣化は生じなかったと判断した。

【0082】したがって、上述した本例の結果から、本発明の導電性樹脂を被覆した金属ワイヤーを集電電極として用いた太陽電池は、良好な特性を有し、かつ、信頼性も高いことが分かった。

【0083】(比較例1) 本例では、集電電極を従来構造とした点、すなわち、太陽電池の有効面積外に接着配置されたバスバーに、集電電極を紫外線硬化型の接着剤で固定した点が実施例1と異なる。

【0084】図9において、900は太陽電池基板本体、902は太陽電池表面、903は集電電極、904はハンダ、905はバスバーを表す。ここで、太陽電池基板901、集電電極903、及びバスバー905は、実施例1と同様のものを用いた。

【0085】以下では、本例の太陽電池モジュールの作製方法に関して説明する。

(1) 太陽電池基板901は、面形状が30cm角でセルの有効面積が900cm²となるように、塩化第2鉄を主成分とするエッチングペーストと市販の印刷機を用い不要部分の透明導電膜を除去した。

【0086】(2) バスバー905を有効面積外に接着配置し集電電極903を5.5mm間隔で張り、配置、前記バスバーの外側において紫外線硬化型の接着剤で固定した。次に、前記集電電極903を太陽電池基板900のセル面に接着する為に、不図示の加熱装置を用いて加熱圧着した。加熱条件は、温度190℃、時間1min、圧力1kg/cm²とした。

【0087】(3) 前記集電電極903をバスバー905に接着する為に、集電電極903をバスバー905上でハンダ904を300℃溶融させて固定した。この際、被覆した金属ワイヤーのバスバーへのハンダ付けが容易でないため、被覆ワイヤーの一部を除去し、更にヤニ入りのハンダを用いた。ハンダ処理の後、ハンダに含まれていたヤニを除去するためにIPAで洗浄した。

【0088】(4) 工程(3)までで作製した太陽電池基板に対して、エンカプシュレーションを行い、太陽電池モジュールを作製した。エンカプシュレーションの方法は、実施例1と同様である。

【0089】他の点は、実施例1と同様とした。以上の工程により、同様の太陽電池モジュールを10個作製し

た。

【0090】以下では、得られた試料の初期特性評価（実施例1と同様の測定条件）に関して述べる。変換効率 $6.0\% \pm 1.02\%$ であり、特性のばらつきが大きかった。また、なかにはシャントが発生している試料もあった。

【0091】以下では、得られた試料に対して実施例1と同様の信頼性試験を行った後、初期特性評価と同様にシミュレーターを用いて変換効率を調べた結果に関して説明する。

【0092】信頼性試験後の変換効率は、初期変換効率に対して平均で20%の低下があり、有意な劣化が生じていた。また、シャントしているものが増加した。

【0093】上述した実施例1と比較例1の結果から、本発明の集電電極を用いた太陽電池は初期の歩留まりが良く、信頼性が良好であることが分かった。

【0094】（比較例2）本例では、集電電極を従来構造とした。集電電極のバスバーへの接着を銀ペーストで行った点が比較例1と異なる。

【0095】以下では、本例の太陽電池モジュールの作製方法に関して説明する。図9において、900は太陽電池基板本体、902は太陽電池表面、903は集電電極、904は銀ペースト、905はバスバーを表す。ここで、太陽電池基板901、集電電極903、及びバスバー905は、実施例1と同様のものを用いた。

【0096】（1）比較例1と同様に、バスバー905を有効面積外に接着配置し、集電電極903を5.5mm間隔で張り、配置、前記バスバーの外側において紫外線硬化型の接着剤で固定した。

（2）前記集電電極903を太陽電池基板900のセル面に接着する為に、不図示の加熱装置を用いて加熱圧着した。加熱条件は、温度 190°C 、時間1min、圧力 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ とした。

【0097】（3）前記集電電極903をバスバー905に接着する為に、集電電極903をバスバー905上に配置した後、銀ペースト（C-220amikon社製）904をドットリング塗布した。その後、銀ペースト904を硬化するために、不図示の熱風オーブンに入れ、 150°C 、30minの条件で硬化した。

（4）工程（3）までで作製した太陽電池基板に対して、エンカプシュレーションを行い、太陽電池モジュールを作製した。エンカプシュレーションの方法は、実施例1と同様である。

【0098】他の点は、比較例1と同様とした。以上の工程により、同様の太陽電池モジュールを10個作製した。

【0099】以下では、得られた試料の初期特性評価（実施例1と同様の測定条件）に関して述べる。変換効率 $6.1\% \pm 0.92\%$ であり、特性のばらつきが大きかった。また、なかには銀ペーストの乾燥、硬化中に集

電電極903がバスバー905上から離れてしまい、接着不十分でシリーズ抵抗の高いものがあつた。

【0100】以下では、得られた試料に対して実施例1と同様の信頼性試験を行った後、初期特性評価と同様にシミュレーターを用いて変換効率を調べた結果に関して説明する。

【0101】信頼性試験後の変換効率は、初期変換効率に対して平均で17%の低下があり、有意な劣化が生じていた。また、シリーズ抵抗が増加した。

【0102】上述した実施例1と比較例2の結果から、本発明の集電電極を用いた太陽電池は初期の歩留まりが良く、信頼性が良好であることが分かった。

【0103】（実施例2）本例では、図6に示す電極構造を有する図1に示した光起電力素子である太陽電池からなる太陽電池モジュールを、以下に示す工程で作製した。

【0104】図6において、600は太陽電池基板本体、602は太陽電池表面、603は集電電極、604は粘着剤、605はバスバーを表す。太陽電池基板600、集電電極603、粘着剤604、及びバスバー605は、実施例1と同様のものを用いた。

【0105】以下では、本例の太陽電池モジュールの作製方法に関して説明する。

（1）太陽電池基板601は、面形状が30cm角でセルの有効面積が 900cm^2 となるように、塩化第2鉄を主成分とするエッチングペーストと市販の印刷機を用い不要部分の透明導電膜を除去した。

【0106】（2）太陽電池基板の裏面に接着剤604として粘着テープ（VHB住友3M社製）を接着配置し、集電電極603を5.5mm間隔で張り、配置し、裏面に折り返し前記接着剤上で固定した。この際、集電電極603が太陽電池基板601のエッジ部や裏面でショートしないように、粘着テープ604はエッジ部や裏面のマイナス電極部を十分に絶縁被覆する要配置した。その後、バスバー605として硬質銅を銀クラッドで被覆した銅箔を集電電極603及び接着剤604の上に形成した。

【0107】（3）前記集電電極603を太陽電池基板600のセル面に接着する為に、不図示の加熱装置を用いて加熱圧着した。加熱条件は、温度 190°C 、時間1min、圧力 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ として行った。更に前記集電電極603をバスバー604に接着する為に、不図示の加熱装置を用いて加熱圧着した。加熱条件は、温度 190°C 、時間15sec、圧力 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ とした。

【0108】（4）工程（3）までで作製した太陽電池基板に対して、エンカプシュレーションを行い、太陽電池モジュールを作製した。エンカプシュレーションの方法は、実施例1と同様である。

【0109】他の点は、比較例1と同様とした。以上の工程により、同様の太陽電池モジュールを10個作製し

た。

【0110】以下では、得られた試料の初期特性評価（実施例1と同様の測定条件）に関して述べる。シャント抵抗が $200\text{ k}\Omega\text{ cm}^2 \sim 500\text{ k}\Omega\text{ cm}^2$ 、変換効率 $9.0\% \pm 0.02\%$ であり、良好な特性でありばつきも少なかった。

【0111】以下では、得られた試料に対して実施例1と同様の信頼性試験を行った後、初期特性評価と同様にシミュレーターを用いて変換効率を調べた結果に関して説明する。

【0112】信頼性試験後の変換効率は、初期変換効率に対して平均で2%の低下があり、有意な劣化は生じなかった。

【0113】本例の結果から、本発明の導電性樹脂を被覆した金属ワイヤを集電電極として用いた太陽電池は、良好な特性であり、信頼性も高いことが分かった。

【0114】（実施例3）本例では、図7に示す電極構造を有する図2に示した光起電力素子である太陽電池からなる太陽電池モジュールを、以下に示す工程で作製した。

【0115】図7において、700は太陽電池基板本体、702は太陽電池表面、703は集電電極、704はバスバー、705は粘着剤を表す。集電電極703、バスバー704、及び粘着剤705は、実施例1と同様のものを用いた。

【0116】また、図2に示す太陽電池は、実施例1と同様の方法で作製した集電電極300を使用して作製した。ここで、太陽電池基板本体700としては、結晶系太陽電池基板を以下に示すとおり作製し、使用した。

【0117】以下では、本例の太陽電池モジュールの作製方法に関して説明する。

(1) c z 結晶成長法によりp型に価電子制御したシリコンの単結晶を作製し、該単結晶をスライスして約 $300\mu\text{m}$ の厚みのシリコンウエハ201を作製した。

【0118】(2) 前記ウエハ201に、 P_2O_5 を塗布拡散してn⁺型層202を形成した。

(3) 前記ウエハ201の裏面側（前記n⁺型層202を形成した面とは反対の面）に、銀ペーストを不図示のスクリーン印刷機で印刷し、加熱焼成して下部電極203を形成した。

【0119】(4) 前記n⁺型層202を形成した面上において、基板の中心に接着剤205（705）として実施例1と同様の粘着テープを接着配置した。そして、実施例1で用いた前記集電電極を、同様の方法で光照射面側であるn⁺型層202上に配置した。

【0120】(5) バスバー206（704）として、硬質銅を銀クラッドで被覆した銅箔を、集電電極204（703）及び接着剤205（705）の上に配置した。

(6) 実施例1と同様の方法で集電電極204（70

3）及びバスバー206（704）を加熱圧着し形成した。このとき電極間隔は 8.5 mm とした。

【0121】(7) スパッタリング法により反射防止膜として SiO_2 膜207を形成した。

(8) 工程（7）までで作製した太陽電池基板に対して、エンカプシュレーションを行い、太陽電池モジュールを作製した。エンカプシュレーションの方法は、実施例1と同様である。

【0122】他の点は、比較例1と同様とした。以上の工程により、同様の太陽電池モジュールを10個作製した。

【0123】以下では、得られた試料の初期特性評価（実施例1と同様の測定条件）に関して述べる。シャント抵抗が $300\text{ k}\Omega\text{ cm}^2 \sim 650\text{ k}\Omega\text{ cm}^2$ 、変換効率 $10.2\% \pm 0.02\%$ であり、良好な特性でありばつきも少なかった。

【0124】以下では、得られた試料に対して実施例1と同様の信頼性試験を行った後、初期特性評価と同様にシミュレーターを用いて変換効率を調べた結果に関して説明する。

【0125】信頼性試験後の変換効率は、初期変換効率に対して平均で2%の低下があり、有意な劣化は生じなかった。

【0126】本例の結果から、本発明の導電性樹脂を被覆した金属ワイヤを集電電極として用いた太陽電池は、良好な特性であり、信頼性も高いことが分かった。

【0127】（実施例4）本例では、図8に示す電極構造を有する図1に示した光起電力素子である太陽電池からなる太陽電池モジュールを、以下に示す工程で作製した。

【0128】図8において、800は太陽電池基板本体、802は太陽電池表面、803は集電電極、804は接着剤、805はバスバー、806は導電性接着剤を表す。太陽電池基板800及び接着剤804は、実施例1と同様のものを用いた。

【0129】以下では、本例の太陽電池モジュールの作製方法に関して説明する。

(1) 太陽電池基板800は、面形状が 30 cm 角でセルの有効面積が 900 cm^2 となるように、塩化第2鉄を主成分とするエッチングペーストと市販の印刷機を用い不要部分の透明導電膜を除去した。

【0130】(2) 有効面積外に接着剤804として実施例1と同様の粘着テープ接着配置し、集電電極803として厚み $2\mu\text{m}$ の銀クラッド層を銅線上に形成した直径 $100\mu\text{m}$ の銀クラッド銅ワイヤーを 5.5 mm 間隔で張り、配置、前記接着剤上で固定した。

【0131】(3) バスバー805として硬質銅を銀クラッドで被覆した銅箔に、実施例1で金属ワイヤに被覆した導電性接着剤と同様の導電性接着剤を塗布し、集電電極803及び接着剤804の上に形成した。

【0132】(4) 不図示のドットインク機で集電電極803上に5mmピッチで導電性ペースト806を塗布配置した。前記導電性接着剤を乾燥後、実施例1と同様に加熱、圧着して集電電極803接着形成した。加熱条件は、温度190℃、時間1min、圧力0.5kg/cm²とした。図3(a)は、集電電極が太陽電池表面に接着された断面図である。

【0133】(5) 前記集電電極803をバスバー804に接着する為に、不図示の加熱装置を用いて加熱圧着した。加熱条件は、温度190℃、時間15sec、圧力5kg/cm²とした。図4(a)は、集電電極がバスバーに接着された断面図である。

(6) 工程(5)までで作製した太陽電池基板に対して、エンカプシュレーションを行い、太陽電池モジュールを作製した。エンカプシュレーションの方法は、実施例1と同様である。

【0134】他の点は、比較例1と同様とした。以上の工程により、同様の太陽電池モジュールを10個作製した。

【0135】以下では、得られた試料の初期特性評価(実施例1と同様の測定条件)に関して述べる。シャント抵抗が200kΩcm²~300kΩcm²、変換効率8.7%±0.02%であり、良好な特性でありばらつきも少なかった。

【0136】以下では、得られた試料に対して実施例1と同様の信頼性試験を行った後、初期特性評価と同様にシミュレーターを用いて変換効率を調べた結果に関して説明する。

【0137】信頼性試験後の変換効率は、初期変換効率に対して平均で2%の低下があり、有意な劣化は生じなかった。

【0138】本例の結果から、本発明の導電性樹脂を被覆した金属ワイヤを集電電極として用いた太陽電池は、良好な特性であり、信頼性も高いことが分かった。

【0139】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、集電性が良好で、かつ、作業性が良好でスルーボットの高い光起電力素子の電極構造が得られる。

【0140】また、本発明の光起電力素子の電極構造を用いることにより、初期特性及び長期信頼性の高い光起電力素子と、製造上歩留まりの高い光起電力素子の製造方法が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電極構造を用いたアモルファス系

太陽電池の模式的断面図である。

【図2】本発明に係る電極構造を用いた結晶系太陽電池の模式的断面図である

【図3】本発明に係る太陽電池表面上の電極構成を示す模式的断面図である。

【図4】本発明のに係るバスバーと集電電極の接続部を示す模式的断面図である。

【図5】本発明に係るバスバーを太陽電池基板の表面に配置した太陽電池の模式図である。

【図6】本発明に係るバスバーを太陽電池基板の裏面に配置した太陽電池の模式図である。

【図7】本発明に係るバスバーをアクティブエリア内に配置した太陽電池の模式図である。

【図8】本発明に係る集電電極を導電性接着剤を部分的に塗布して固定した太陽電池の模式図である。

【図9】従来の電極構造を使用した太陽電池の模式図である。

【符号の説明】

100、200、300、500、600、700、800、900 太陽電池基板本体、

101、501、601、701、801、901 支持基板、

102 第1の電極、

202 半導体層201とpn接合を形成する半導体層、

103、113、123 n型半導体層、

104、114、124 i型半導体層、

105、115、125 p型半導体層、

106 透明導電膜、

107、204、503、603、703、803、903 集電電極、

108、205、402、504、604、705、804、906 接着剤、

109、206、404、505、605、704、805、905 バスバー、

201 シリコンウエハ基板からなる半導体層、

203 裏面電極、

207 反射防止膜、

301、401 太陽電池基板、

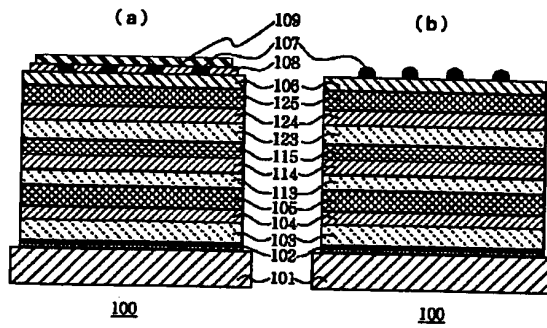
302、403 金属ワイヤー、

303、405、804、806 導電性接着剤、

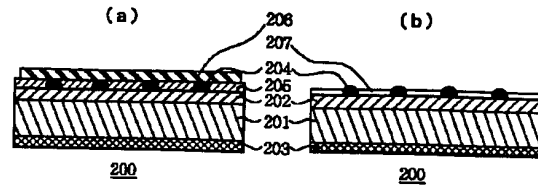
502、602、702、802、902 太陽電池表面(アクティブエリア)、

904 ハング若しくは導電性ペースト。

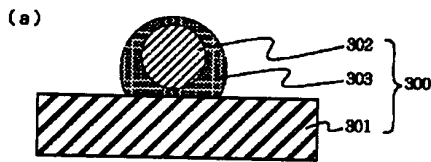
【図1】



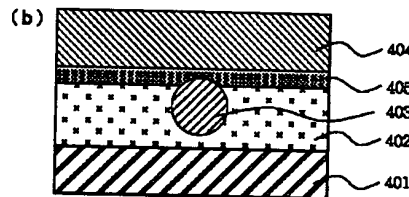
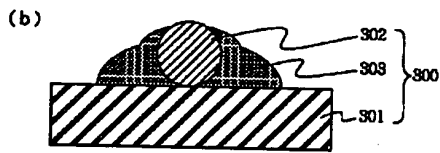
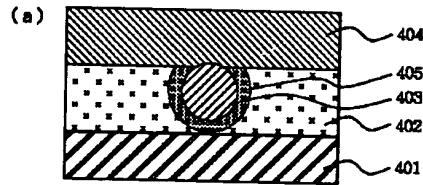
【図2】



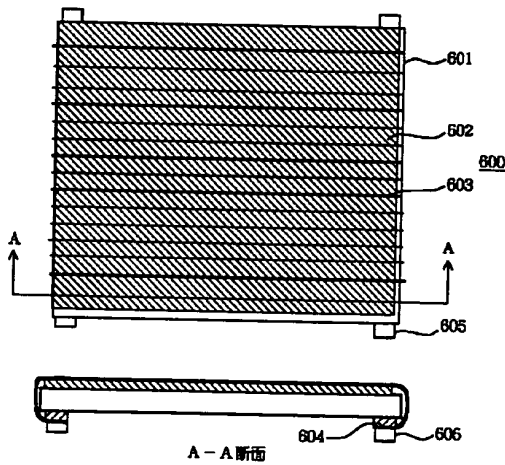
【図3】



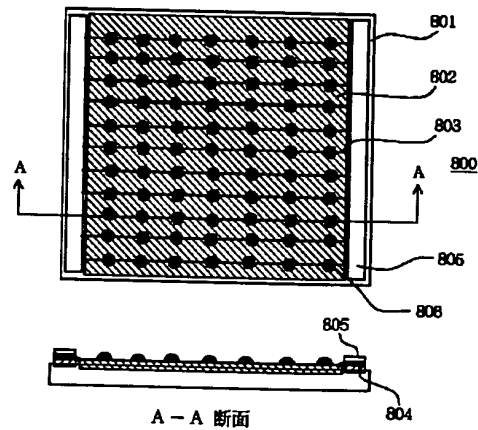
【図4】



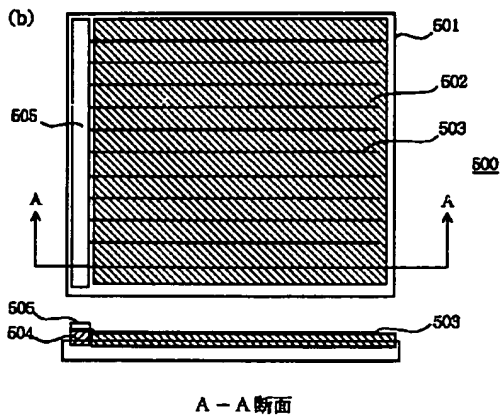
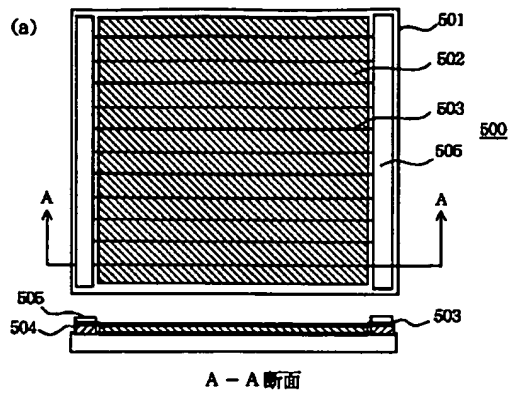
【図6】



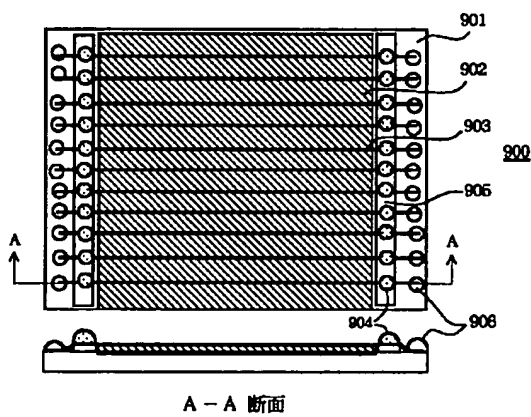
【図8】



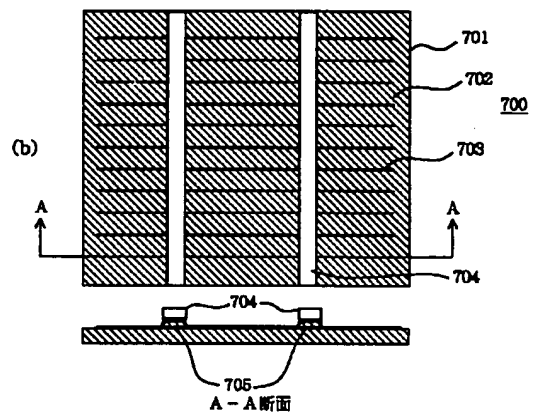
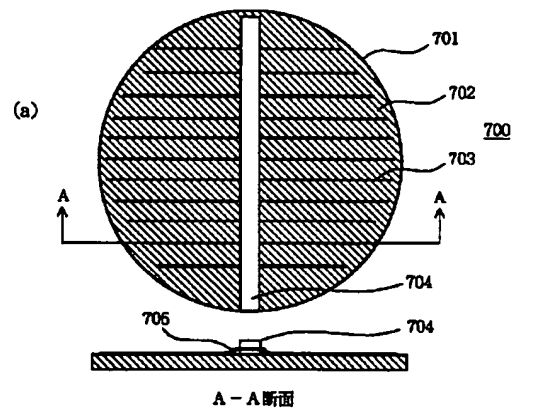
【図5】



【図9】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 新倉 諭
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャ
ン株式会社内

(72)発明者 上野 雪絵
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャ
ン株式会社内

